中红侧沟茧蜂滞育诱导和滞育茧的冷藏

浑之英，王德安，路子云，潘文亮*
（河北省农林科学院植物保护研究所，河北保定 071000）

摘要：中红侧沟茧蜂 *Microplitis mediator*（Haliday）是夜蛾科害虫低龄幼虫的重要寄生蜂。田间实验表明，在冀中地区秋季田间条件下，当日平均气温为 21.5℃、日平均光照时间为 12 h 33 min 时，少数个体进入滞育；当气温降至 17.9℃以下、日光照时间缩短到 11 h 45 min 以下时，全部个体进入滞育。室内模拟实验结果表明，在 17～26℃、光照时间 10～14 h 范围内，随着温度的降低和光照时间的缩短，滞育率明显提高。高温能抵消短光照对滞育诱导的影响，在 26℃下，短光照不能诱导滞育。因此，低温和短光照是诱导该种天敌昆虫滞育的主要因子。中红侧沟茧蜂感受滞育信号的敏感期为低龄幼虫期，以预蛹（茧）进入滞育。低龄幼虫感受滞育信号以后，需要在滞育环境中发育到老熟幼虫才能全部进入滞育。将室内诱导的滞育茧在 4℃左右环境条件下冷藏 240 天，成蜂的羽化率和寄生能力与没有冷藏的非滞育茧差异不显著；冷藏 300 天，滞育茧仍有 81.4%可以正常羽化。本项研究结果为中红侧沟茧蜂的规模化、标准化生产提供了科学的依据。

关键词：中红侧沟茧蜂；滞育诱导；光周期；温度；滞育茧；冷藏
中图分类号：Q965 **文献标识码**：A **文章编号**：0454-6296(2005)05-0655-05

Diapause induction and cold storage of diapause cocoons in *Microplitis mediator* (Haliday)

HUN Zhi-Ying，WANG De-An，LU Zi-Yun，PAN Wen-Liang (Plant Protection Institute，Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences，Baoding，Hebei 071000，China)

Abstract: *Microplitis mediator* (Haliday) is an important natural enemy to parasitize young larvae of some moths of Noctuidae (Lepidoptera). The results of field tests showed that in the middle region of Hebei province，when the daily average temperature was 21.5℃ and the daily average day length was 12 hours and 33 minutes，a few of *M. mediator* entered diapause. When the daily average temperature was below 17.9℃ and day length was shorter than 11 hours and 45 minutes，all of *M. mediator* entered diapause. The results of simulation test in the laboratory showed that when the temperature was between 17－26℃ and day length was 10－14 hours，the diapause rate significantly increased with the decrease of temperature and day length. High temperature counteracted the effect of short day length. When the temperature is 26℃，photoperiod had no effect on diapause. Thus，lower temperature and shorter day length were the major factors to induce diapause of the parasitoid. The parasitoid accepted the signal for diapause at the young larvae stage and entered diapause at the pre-pupa stage (cocoon). All pre-pupae entered diapause only if the young larvae had been reared in the temperature and the photoperiod for diapause induction till mature larvae. The emergence rate and the parasitic ability showed no significant difference between adults emerged from the diapause cocoons stored in the temperature of 4±2℃ for 240 days and those from the non-diapause cocoons without cold storage. After 300 days cold storage，the emergence rate of the diapause cocoons could still reach to 81.4%.

Key words: *Microplitis mediator*；diapause induction；photoperiod；temperature；diapause cocoons；cold storage

中红侧沟茧蜂 *Microplitis mediator*(Haliday)(膜翅目，茧蜂科)是棉铃虫、粘虫、小地老虎等重要农作物害虫低龄幼虫的寄生蜂(何俊华和王德安，1992)。成蜂产卵于寄主幼虫体内，寄生蜂卵的发育、幼虫的生长均在寄主体内进行，老熟幼虫钻出寄主体外吐丝结茧(预蛹)。在适宜的发育条件下，中红侧沟茧

基金项目：国家自然科学基金项目(39070585)；国家成果转化项目(02EFN211300058)
作者简介：浑之英，女，1962 年生，副研究员，从事昆虫天敌研究，E-mail：zbs169@sohu.com
* 通讯作者 Author for correspondence，E-mail：wenlianp@heinfo.net
收稿日期 Received：2004-12-08；接受日期 Accepted：2005-06-13

蜂结的茧为绿色，可以进一步发育成蛹和成蜂。在低温、短光照条件下，该蜂结的茧为褐色，即该蜂的滞育茧。在田间自然条件下，中红侧沟茧蜂以滞育茧的形式越冬（王德安和浑之英，1995）。

该蜂是单寄生蜂，寄生能力强、世代周期短、易于繁殖，是一种利用价值很高的天敌昆虫（王德安等，1984；王德安和浑之英，1992，1995）。根据20世纪80年代初期调查，在冀中棉区中红侧沟茧蜂对棉铃虫各世代的平均自然寄生率为22.9%。20年来，由于受农药、耕作制度以及重寄生蜂的制约，该种天敌自然种群的发展受到限制，不能充分发挥对目标害虫的自然控制作用。因此要想开发利用这一宝贵的天敌资源，必须采用人工繁殖释放的途径。但采用传统连代繁殖的方法，蜂源容易退化，而且不易长期保存，给田间释放带来了很大的困难；通过改进繁殖技术，人为诱导该蜂进入滞育状态，可使保存期大大延长（王德安和浑之英，1992；1995）。

许多研究证明，光周期和温度以及两者之间的相互作用是诱导昆虫滞育的主要因子。目前已经明确包括寄生蜂在内的几百种昆虫的滞育同光周期和温度变化有关（Tauber and Tauber，1976；Dingle，1978；邱鸿贵等，1980；Brown and Phillips，1990；李丽英等，1992；王德安和浑之英，1992，1995；朱涤芳等，1992；李学荣等，1999）。有关中红测沟茧蜂滞育诱导方面的研究很少，王德安和浑之英（1992，1995）初步研究表明：在河北省中部地区，秋季田间日平均气温降低到17.9℃以下，日光照时间减少到11 h 45 min以下时，中红测沟茧蜂100%进入滞育。Pivnick（1993）认为，温度为16℃，光周期L:D在12:12和14:10条件下，该蜂99%～100%进入滞育。

本项研究采用田间罩笼实验和室内模拟实验相结合的办法，系统研究了中红侧沟茧蜂滞育形成的条件和滞育茧的冷藏方法，现报道如下。

1 材料与方法

1.1 虫源

供试寄主粘虫 *Mythimna separata*：采自保定郊区玉米田，在室内用玉米苗和人工饲料连续饲养2代。实验用1龄末～2龄初的粘虫幼虫作为寄主。

供试中红侧沟茧蜂 *Microplitis mediator*：采自保定郊区，已在室内用粘虫连续繁殖多代。在培养箱23±1℃条件下，对中红侧沟茧蜂非滞育茧进行催化。成蜂羽化后用10%的蜂蜜水作为补充营养，在交配箱中群体交配48 h后待试。

1.2 田间条件下中红测沟茧蜂滞育形成的温度和光周期测定

实验采用田间罩笼接种的方法。养虫池为面积1.5×2.5 m^2 的水泥池，在接种前20天分期播种玉米苗。待苗高长到10～15 cm时，分别在8月28日，9月3日、9月8日、9月14日、9月18日和9月24日进行接种。实验共设如上6个处理，重复3次。每个重复接入1 000头左右1龄末～2龄初的寄主粘虫幼虫，同时接种上述中红测沟茧蜂雌雄蜂各50头。

接种后，用60目尼龙网纱将水泥池罩住，防止寄生蜂和寄主粘虫逃逸。待寄生蜂幼虫钻出寄主幼虫体外结茧后，将茧全部收回，统计非滞育茧和滞育茧的数量。然后根据当地气象站记载的温度和光周期数据，确定田间自然条件下中红测沟茧蜂滞育虫态形成的温度和光周期的变化范围。

1.3 室内条件下温度和光周期对中红测沟茧蜂滞育的影响

实验采用二因子正交试验法，即在4个不同温度下配合5个不同的光周期，计20个处理，重复3次。每个处理设200头寄主幼虫，环境设置温度误差±1℃，光照强度4 000～5 500 Lx。

实验采用个体接种的方式，即用上述已经交配的雌蜂，让其直接寄生寄主幼虫。待寄主粘虫幼虫被寄生后立即装单管，然后放入自动控温控光培养箱中，在不同的实验条件下饲养。粘虫饲料为新鲜的幼嫩玉米苗。每天观察记录寄主幼虫的生长和寄生蜂结茧情况，最后统计中红侧沟茧蜂滞育虫态的形成与温度及光周期之间的关系。

1.4 中红侧沟茧蜂感受滞育信号的敏感虫期测定

滞育环境设置：温度17±1℃，光周期L10:D14，光照强度4 000 Lx。

非滞育环境设置：温度25±1℃，光周期L14:D10，光照强度4 000 Lx。

实验1，被寄生的寄主幼虫从非滞育环境转移到滞育环境：实验采用个体接种的方式（方法同1.3）。首先，将同一天被中红侧沟茧蜂寄生的粘虫幼虫按不同的实验要求放入非滞育环境中，处理天数分别为0、2、4、6、8、10天，然后转移到滞育环境中。实验共设如上6个处理，重复3次，每个处理设95～100头寄主幼虫。被寄生的寄主幼虫饲养方法同1.3中的方法。寄生蜂幼虫结茧后，记录非滞育茧和滞育茧的数量。

实验 2，被寄生的寄主幼虫从滞育环境转移到非滞育环境：在滞育环境中的处理天数分别为 4、8、12、16、20 天，然后转移到非滞育环境中。实验共设如上 5 个处理，重复 3 次，每个处理 95～100 头寄主幼虫，其他方法同上。

1.5　冷藏保存对滞育茧的羽化及成蜂寄生能力的影响实验

滞育茧的保存方法：将滞育茧（预蛹）放置于盛有潮湿细沙的玻璃容器中，然后将其放入冰箱的冷藏室（4±2℃）中保存。

不同保存期内滞育茧的羽化率观察：根据实验要求，定期将滞育茧从冰箱中取出放入养虫管中，用棉布封口，将养虫管放入体积较大的容器中，盖潮湿毛巾保持湿度。然后放入 25±1℃、L14∶D10 培养箱中进行催化，观察冷藏保存不同时间后滞育茧的羽化率。实验共设 6 个处理（6 个保存期），每个处理 40～60 个滞育茧，重复 3 次。

不同保存期内羽化的成蜂寄生能力测定：将上述滞育茧羽化的成蜂放入罐头瓶中，每个罐头瓶内一对成蜂，用 10% 的蜂蜜水作为补充营养，在 22±1℃、L14∶D10 的条件下交配 24 h，然后进行接种。实验共设 4 个处理（4 个保存期），以未冷藏处理的非滞育茧为对照。每个处理接种 4～5 对寄生蜂，重复 3 次。每对蜂接种 50 头 2 龄粘虫幼虫供雌蜂寄生，24 h 后取出雌雄蜂继续接种，直到雌雄蜂死亡为止。

1.6　滞育的判断

中红侧沟茧蜂茧有两种非常明显的颜色——绿色和褐色。其中绿色茧为非滞育茧，褐色茧为滞育茧。

1.7　数据分析统计方法

数据统计时，首先将滞育率用 $\sin^{-1}\sqrt{p}$ 进行数据转换，然后利用 SPSS 软件中的 ANOVA 进行方差分析，用 Duncan's 新复级差法检验，比较各处理之间的差异水平。

2　结果与分析

2.1　田间条件下中红测沟茧蜂滞育形成的温度和光周期条件

从表 1 可以看出，在河北省中部地区 9 月 3 日接种，从接种到结茧期日平均气温为 21.5℃，平均日光照时间为 12 h 33 min 时，3.4% 的茧进入滞育；当气温降至 19.6℃，光照时间缩短到 12 h 10 min 时，92% 的个体进入滞育（9 月 8 日）；9 月 14 日以后接种，日平均气温下降至 17.9℃以下，日光照时间缩短到 11 h 45 min 以下时，全部个体进入滞育。由此可见，中红侧沟茧蜂是低温、短日照滞育型寄生蜂。

表 1　田间条件下中红测沟茧蜂滞育形成的温度和光周期（河北保定，1991）

Table 1　Temperature and photoperiod for diapause induction of *Microplitis mediator* in field（Baoding，Hebei，1991）

接种日期（日/月） Parasitizing date （day/month）	结茧日期 Date of cocoon formed （day/month）	数量 Number of cocoons	滞育率 Diapause rate（%）	日平均温度 Daily average temperature（℃）	日平均光照时间 Mean day length
28 / 8	11 / 9	210	0 Aa	23.2	12 h 45′
3 / 9	16 / 9	290	3.4±0.8 Bb	21.5	12 h 33′
8 / 9	30 / 9	250	92.0±2.9 Cc	19.6	12 h 10′
14 / 9	14 / 10	170	100 Dd	17.9	11 h 45′
18 / 9	21 / 10	243	100 Dd	16.7	11 h 31′
24 / 9	28 / 10	407	100 Dd	15.3	11 h 15′

注：表中数据是平均值±标准误，数据后不同大、小写字母分别表示差异极显著（$P<0.01$）和显著（$P<0.05$）（Duncan's 新复级差法检验）。后同。

Note：Data in the table are mean ± *SE* and those followed by different capital and small letters differed significantly at $P<0.01$ and $P<0.05$ respectively by Duncan's multiple range test. The same for the following tables.

2.2　室内条件下温度和光周期对中红测沟茧蜂滞育的影响

室内条件下可以成功诱导中红侧沟茧蜂进入滞育，实验结果同田间实验结果基本吻合。在温度为 17～26℃条件下，光照时间 10～14 h 范围内，随着温度的降低和光照时间的缩短，滞育率明显增加（表 2）。无论是温度还是光周期对中红测沟茧蜂滞育率都有显著的影响（温度 $F=25.1$，$df=3$，$P<0.01$；光周期 $F=4.7$，$df=4$，$P<0.05$）。从表 2 可以看出，温度为 26℃时，光照时间 10～14 h，没有滞育现象发生；温度为 23℃，光照时间 12～10 h，少数个体滞育（0.7%～14.9%）；温度为 20℃时，滞育率明显提高，光照时间 14～10 h 的滞育率分别为 3.0%、7.1%、67.6%、80.3% 和 91.5%；当平均温度为 17℃，光照时间低于 12 h，则 100% 的个体进入滞育。

表 2 实验室条件下温度和光周期对中红侧沟茧蜂滞育的影响

Table 2 Effect of temperature and photoperiod on diapause incidence of *M*. *mediator* in the laboratory

光周期 Photoperiods (L:D)	17℃		20℃		23℃		26℃	
	茧数 Cocoon number	滞育率 Diapause (%)	茧数 Cocoon number	滞育率 Diapause (%)	茧数 Cocoon number	滞育率 Diapause (%)	茧数 Cocoon number	滞育率 Diapause (%)
10:14	104	100 Aa	201	91.5 ± 0.9 Aa	202	14.9 ± 0.2 Aa	247	0 Aa
11:13	109	100 Aa	208	80.3 ± 0.9 Bb	163	11.4 ± 0.6 Ab	201	0 Aa
12:12	115	100 Aa	182	67.6 ± 1.6 Cc	137	0.7 ± 0.4 Bc	205	0 Aa
13:11	60	68.3 ± 1.7 Bb	126	7.1 ± 0.3 Dd	215	0 Bd	212	0 Aa
14:10	90	26.8 ± 0.7 Cc	196	3.0 ± 0.4 Ee	193	0 Bd	198	0 Aa

2.3 中红侧沟茧蜂感受滞育信号的敏感虫期

从表 3 可以看出，如果被寄生的寄主幼虫首先在非滞育环境中发育 2 天，然后转移到滞育环境中，茧的滞育率为 100%，此时，中红侧沟茧蜂为低龄幼虫期；发育 4 天转移到滞育环境中，茧的滞育率下降到 1.9%；发育 6 天以上再移到滞育环境中，没有滞育发生。

表 3 中红侧沟茧蜂感受滞育信号的敏感虫期

Table 3 Sensitive stage of *M*. *mediator* to diapause induction signal

转移前发育时间 Rearing time before transferring (d)	估计发育期 Estimated stage of the wasp when transferring	结茧数 Number of cocoons	滞育率 Diapause rate (%)
实验 1 Test 1: 25℃, L14:D10① → 17℃, L10:D14②			
0	卵 Egg	40	100 Aa
2	低龄幼虫 Young larvae	53	100 Aa
4	低龄幼虫～幼虫中期 Young-middle larvae	52	1.9 ± 0.3 Bb
6	幼虫中期 Middle larvae	35	0 Cc
8	老熟幼虫 Mature larvae	48	0 Cc
10	预蛹(茧) Pre-pupa (cocoon)	52	0 Cc
实验 2 Test 2: 17℃, L10:D14② → 25℃, L14:D10①			
4	低龄幼虫 Young larvae	62	0 Aa
8	幼虫中期 Middle larvae	64	3.2 ± 0.4 Bb
12	幼虫中期～老熟幼虫 Middle-Mature larvae	50	22.5 ± 1.6 Cc
16	老熟幼虫 Mature larvae	45	100 Dd
20	预蛹(茧) Pre-pupa (cocoon)	45	100 Dd

① 非滞育条件: Non-diapausing condition; ② 滞育条件: Condition for diapause induction

如果将被寄生的寄主幼虫首先在滞育环境中发育 4 天，转移到非滞育环境中，茧的滞育率为 0; 发育 16 天以上再转移到非滞育条件下，滞育率才能达到 100%(表 3)。由此推断，中红侧沟茧蜂感受滞育信号的敏感虫期为低龄幼虫，低龄幼虫感受滞育信号以后，需要在滞育条件下发育到老熟幼虫才能全部进入滞育。

2.4 冷藏对滞育茧羽化和成蜂寄生能力的影响

实验结果表明，将室内诱导的滞育茧，在 4℃左右冷藏 240 天后转移到 25℃催化，羽化率 90.0%，单雌产卵约 80 粒，产卵持续时间约 7 天，与对照组差异不显著。滞育茧冷藏 300 天，虽然羽化率、单雌产卵量等指标明显低于对照组，但仍然有 81.4% 的滞育茧能正常羽化，单雌产卵可达到 30.5 粒（表 4）。

表 4 冷藏对滞育茧羽化和成蜂寄生能力的影响

Table 4 Effect of cool storage at 4 ± 2℃ on emergence of diapause cocoon and parasitic ability of adult *M*. *mediator*

冷藏时间 Cool storage time (d)	羽化率 Emergence rate (%)	成蜂寿命 Adult life span (d)		产卵量 Number of eggs laid	产卵期 Egg-laying period (d)
		♀	♂		
140	93.0 ± 0.5 Aa	11.5 ± 0.3 Aa	8.6 ± 0.4 Aa	81.8 ± 8.6 Aa	7.0 ± 0.6 Aa
200	90.5 ± 0.5 Ab	11.3 ± 0.6 Aa	8.3 ± 0.3 Aa	80.5 ± 8.2 Aa	7.3 ± 0.5 Aa
240	90.0 ± 0.8 Ab	9.2 ± 0.3 Bb	6.4 ± 0.2 Bb	79.8 ± 9.6 Aa	6.8 ± 0.4 Aa
260	89.8 ± 0.5 Ab	–	–	–	–
300	81.4 ± 1.1 Bc	6.2 ± 0.5 Cc	4.5 ± 0.3 Cc	30.5 ± 10.2 Bb	4.1 ± 0.3 Bb
360	61.7 ± 1.0 Cd	–	–	–	–
非滞育茧(CK) Non-diapause cocoon	90.8 ± 0.9 Ab	8.3 ± 0.2 Bb	6.2 ± 0.3 Bb	82.1 ± 6.8 Aa	7.0 ± 0.4Aa

3 讨论

3.1 温度和光周期对中红侧沟茧蜂滞育的影响

有关中红侧沟茧蜂滞育的研究很少且缺乏系统性,但在寄生蜂滞育方面有一些相关的研究。朱涤芳等(1992)报道,低温是诱导广赤眼蜂 *Trichogramma evanescens* 滞育的主要因素,恒温 15℃当代就可以诱导该蜂滞育,滞育率在 91% 以上,在此条件下,广赤眼蜂在长、短光照下滞育率差异不显著。邱鸿贵等(1980)报道,低温和短光照诱导螟卵啮小蜂 *Tetrastichus schoenobii* 进入滞育,认为在不太高的温度下,短光照能诱导螟卵啮小蜂滞育,但随着温度的升高,短光照诱导滞育作用逐渐减弱以至消失。这和我们的实验结果相似。从本文实验结果(表 2)可以看出:低温、短光照是诱导中红侧沟茧蜂滞育的主要因素,温度起主导作用,光周期只在一定的温度范围内起作用;在 26℃时,短光照不能诱导滞育。

3.2 冷藏对滞育茧羽化和成蜂寄生能力的影响

目前,有关中红侧沟茧蜂滞育茧冷藏方面的研究,仅有一些初步的报道。王德安和浑之英(1995)利用中红侧沟茧蜂兼性滞育特性,成功地诱导了滞育茧并进行了初步冷藏实验。本文的实验结果表明,室内诱导的滞育茧在 4℃左右冷藏 240 天后,羽化率、单雌产卵量等指标均同非滞育茧没有显著差异;冷藏 300 天后,羽化率仍可达到 81.4%(表 4)。滞育茧冷藏时间长短与滞育茧的质量有关。在 17 ±1℃,光周期 L10:D14,光照强度 4 000 ~ 5 000 LX 条件下诱导产生的滞育茧,滞育深度高,容易长期保存。

参考文献(References)

He JH, Wang DA, 1992. *Microplitis mediator* (Haliday): A new record of Braconidae from China. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 7(3): 123. [何俊华, 王德安, 1992. 中国茧蜂科新记录种——中红侧沟茧蜂. 华北农学报, 7(3): 123]

Dingle H, 1978. Evolution of Insect Migration and Diapause. New York: Springer-Verlag.

Brown JR, Phillips JR, 1990. Diapause in *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 33 (6): 1 125 – 1 129.

Li LY, Zhu DF, Chen QX, Zhang ML, 1992. *Trichogramma* spp. diapause induced by low temperature in relation to hosts. *Natural Enemies of Insects*, 14(3): 117 – 125.[李丽英, 朱涤芳, 陈巧贤, 张敏玲, 1992. 低温诱导赤眼蜂滞育与寄主的关系. 昆虫天敌, 14(3): 117 – 125]

Li XR, Hu C, Xin YF, 1999. Artificial induction of *Aphidius gifuensis* diapause. *Journal of Zhejiang University*, 25(4): 435 – 438. [李学荣, 胡萃, 忻亦芬, 1999. 烟蚜茧蜂滞育诱导研究. 浙江大学学报, 25(4): 435 – 438]

Pivnick KA, 1993. Diapause initiation and pupation site selection of the braconid parasitoid *Microplitis mediator* (Haliday): a case of manipulation of host behavior. *Can. Entomol.*, 125(5): 825 – 830.

Qiu HG, He LF, Guo PF, Zou XY, 1980. Effect of photoperiod and temperature on diapause of *Tetrastichus schoenobii* Ferriere. *Natural Enemies of Insects*, 2(2): 28 – 31.[邱鸿贵, 何丽芬, 郭培福, 邹祥云, 1980. 光照和温度对螟卵啮小蜂滞育的影响. 昆虫天敌, 2: 28 – 31]

Qui MP, Zaslavsky VA, 1983. Photoperiodic and temperature reaction on *Trichogramma euproctidis* (Hymenoptera, Trichogrammatidae). *Zool. J.*, 62(11): 1 676 – 1 680.

Tauber MJ, Tauber CA, 1976. Insect seasonality: diapause maintenance, termination and postdiapause development. *Annu. Rev. Entomol.*, 21: 81 – 107.

Wang DA, Hun ZY, 1992. Diapause and overwintering characteristics of *Microplitis mediator*. *Chinese Journal of Biological Control*, 8(3): 141.[王德安, 浑之英, 1992. 中红侧沟茧蜂生物学特性观察. 生物防治通报, 8(3): 141]

Wang DA, Hun ZY, 1995. Diapause of *Microplitis mediator* under artificial condition and the storage of the wasp. In: Proceedings of the National Biological Control Workshop. 86.[王德安, 浑之英, 1995. 中红侧沟茧蜂的人工诱导滞育和蜂源的保存研究. 全国生物防治学术讨论会论文摘要集. 86]

Wang DA, Nan LZ, Sun X, Li XZ, 1984. The study on the biological characters of *Microplitis mediator*, a broconid parasite for the lower instar cotton boll-worm. *Natural Enemies of Insects*, 6(4): 211 – 218. [王德安, 南留柱, 孙洗, 李小珍, 1984. 棉铃虫低龄幼虫寄生蜂——侧沟茧蜂生物学研究. 昆虫天敌, 6(4): 211 – 218]

Wang DA, Wang JY, Chen HY, 2000. The study on the release technique of *Microplitis mediator* in field. *Journal of Agricultural University of Hebei*, 23(Suppl.): 137 – 139.[王德安, 王金耀, 陈宏印, 2000. 中红侧沟茧蜂田间释放技术研究. 河北农业大学学报, 23(增刊): 137 – 139]

Zhu DF, Zhang ML, Li LY, 1992. A study on the diapause and cold-storage technique of *Trichogramma evanescens*. *Natural Enemies of Insects*, 14 (4): 173 – 176.[朱涤芳, 张敏玲, 李丽英, 1992. 广赤眼蜂滞育及储藏技术研究. 昆虫天敌, 14(4): 173 – 176]

(责任编辑: 袁德成)